

LEAK SENSOR

Publication number: JP2002181695 (A)

Publication date: 2002-06-26

Inventor(s): TAKENOSHITA ETSURO; WAKABAYASHI KATSUJI +

Applicant(s): T & T KK +

Classification:


- international: *G01F23/28; G01M3/38; G01N21/17; G01F23/28; G01M3/00; G01N21/17; (IPC1-7): G01F23/28; G01M3/38; G01N21/17*

- European:

Application number: JP20000374636 20001208

Priority number(s): JP20000374636 20001208

Also published as:

 JP4537568 (B2)

Abstract of JP 2002181695 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a leak sensor capable of accurately detecting leaks. **SOLUTION:** The leak sensor 10 applies a probing beam to an interface between a translucent portion made from translucent material and a leak detection area and detects leaks on the basis of changes in the quantity of the beam reflected from the interface. The probing beam 58 is incident on the interface at an incidence angle equal to or greater than a critical angle; if there is no leaking liquid clinging to the interface, the probing beam is totally reflected by the interface with a reflection angle equal to or greater than the critical angle because of a difference in refractive index between the translucent portion 24 and air in the detection area 22; if there is leaking liquid clinging to the interface, the refractive index at the interface is decreased and at the interface a portion of the probing beam 58 leaks into the liquid in the detection area 22, so that the quantity of the beam totally reflected by the interface is smaller than if there is no liquid clinging to the interface.; The translucent portion 24 is provided with indentations 70 opposing the detection area 22, so that the totally reflected beam is used in the detection of leaking liquid.

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-181695

(P2002-181695A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 N 21/17		G 0 1 N 21/17	E 2 F 0 1 4
G 0 1 F 23/28		G 0 1 M 3/38	J 2 G 0 5 9
G 0 1 M 3/38		G 0 1 F 23/28	K 2 G 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-374636 (P2000-374636)

(22) 出願日 平成12年12月8日 (2000. 12. 8)

(71) 出願人 392026442

株式会社ティアンドティ

神奈川県相模原市すすきの町3番9号

(72) 発明者 竹之下 悦郎

神奈川県相模原市すすきの町3番9号 株式会社ティアンドティ内

(72) 発明者 若林 勝治

神奈川県相模原市すすきの町3番9号 株式会社ティアンドティ内

(74) 代理人 100092901

弁理士 岩橋 祐司

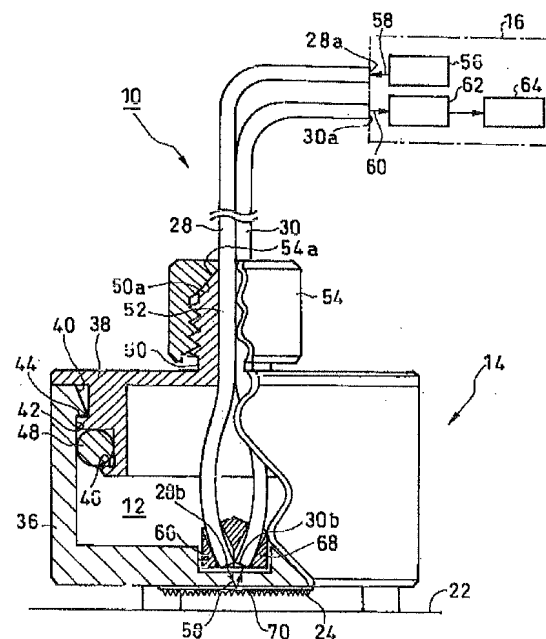
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 漏液センサー

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、漏液の検知が正確に行なえる漏液センサーを提供することにある。

【解決手段】 透明な材質で構成された透光部と漏液検知領域との境界に探査光を照射し、該境界で反射してきた反射光の光量変化に基づいて漏液の検知が行なわれる漏液センサーにおいて、該境界に該探査光58が臨界角以上の入射角で入射され、該境界に漏液が付着していないとき、該透光部24と該検知領域22の空気との屈折率の差により、該探査光58が該境界で臨界角以上の反射角で全反射されるが、該境界に漏液が付着すると、該境界での反射率が減少し、該境界で探査光58の一部が該検知領域22の漏液中へ漏れ、該境界での全反射光の光量が漏液が付着していないときよりも減少し、該全反射光が漏液の検知に用いられるように、該透光部24に凹凸70が該検知領域22に対向させて設けられたことを特徴とする漏液センサー10。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 漏液検知領域に対向配置され、透明な材質で構成された透光部と該検知領域との境界に探查光を照射し、該境界で反射してきた反射光の光量変化に基づいて漏液の検知が行なわれる漏液センサーにおいて、前記透光部と検知領域との境界に前記探查光が臨界角以上の入射角で入射され、該境界に漏液が付着していないとき、該透光部と該検知領域の空気との屈折率の差により、該探查光が該境界で臨界角以上の反射角で全反射され、

一方、該境界に漏液が付着すると、該境界での反射率が減少し、該境界で探查光の一部が該検知領域の漏液中へ漏れ、該境界での全反射光の光量が漏液が付着していないときよりも減少し、該全反射光が漏液の検知に用いられるように、該透光部に凹凸が該検知領域に対向させて設けられたことを特徴とする漏液センサー。

【請求項2】 請求項1記載の漏液センサーにおいて、前記凹凸は、その断面形状が頂角を90度よりも大きい角度とする二等辺三角形に形成され、該二等辺三角形を構成する一方の斜面に対し前記探查光が臨界角以上の入射角で入射され、その全反射光が該二等辺三角形を構成する他方の斜面に、臨界角以上の入射角で入射され、その全反射光が該二等辺三角形を構成する他方の斜面に対し所定の角度で出射され、前記凹凸への探查光の光軸と一致するように、前記二等辺三角形を構成する一方の斜面に対し所定の角度で該探查光を出射する入射側光ファイバの照射部が配置され、また、前記漏液の検知に用いられる凹凸からの全反射光の光軸と一致するように、前記二等辺三角形を構成する他方の斜面に対し所定の角度で該全反射光を集光するための出射側光ファイバの集光部が配置されていることを特徴とする漏液センサー。

【請求項3】 請求項1又は2記載の漏液センサーにおいて、前記凹凸は、一の凹部又は凸部よりなることを特徴とする漏液センサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は漏液センサー、特に漏液検知領域に漏液が発生したか否かを光学的に検知する漏液センサーに関する。

【0002】

【従来の技術】工場施設、その他の諸施設において、漏液は災害の原因となり、或いは施設自体を破損する場合もあるので、漏液の発生を早期に検知する必要がある。このために、従来より、漏液発生の有無を検知可能な光学的センサーが種々提案されており、例えば漏液センサーとして薄紙等のフィルタを用いたものが提案されている（例えば特開平6-160229号公報等）。

【0003】この漏液センサーは、フィルタに光を照射

し、該フィルタに液がしみ込んだ場合の透過光、あるいは反射光の光量変化を検知することにより、漏液発生の有無を知るものである。しかしながら、前記フィルタを用いた漏液センサーでは、粘度の高い液体を対象とするときは、該液体がフィルタに浸透しにくく、光量変化を的確にとらえ難いので、漏液を検知するのが非常に困難である。

【0004】また、リセットごとにフィルタを交換する必要があるので、危険度の高い液体を対象にするときは、フィルタの交換時に取扱者が余程注意しないと思われぬ災害に遭遇する等の不具合があり、漏液センサーとして実用に適さないものであった。そこで、前記フィルタに代えて、透明な材質で構成される透光部を用いた漏液センサーが提案されている。

【0005】この漏液センサーは、ケーシングを透明な材質で構成し、その底部等を透光部として用い、屈折率 n_1 の透光部から屈折率 n_2 ($n_1 > n_2$) の漏液へ探查光が入射する時、その反射角近傍で探查光の反射率が顕著に変化することを利用したものであり、漏液が発生していないときは、ケーシングの透光部との空気中との屈折率の差が大きいため、ケーシング中を伝播してきた探查光は、その大部分が透光部で反射され、反射光として伝播していく。

【0006】一方、漏液が透光部に付着していると、前記ケーシングの透光部と漏液との屈折率の差が小さくなるので、透光部と漏液との境界での反射率が減少し、探查光の一部が漏液中へ漏れるので、その分、反射光の伝播光量が減少する。このような透光部を用いた漏液センサーを用いると、フィルタを用いた漏液センサーの問題点を解決することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記透光部を用いた漏液センサーにあっても、使用環境によっては、漏液検知が正確に行えない場合があり、その原因の特定も未だなされていなかった。本発明は前記従来技術の課題に鑑みなされたものであり、その目的は漏液の検知が正確に行なえる漏液センサーを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、まず前記問題点の原因について鋭意検討を行った結果、透光板として、一般的な透明な平板状のものをを用いたのでは、漏液が発生していないとき、漏液検知領域の光が透光板を容易に透過して検知用の反射光に混合してしまう。

【0009】つまり、従来では、漏液が発生していないときの漏液検知領域の明暗、色彩等の影響を受け易く、しかも、この漏液検知領域の明暗、色彩等は使用環境によって異なるので、漏液が発生していないときの検知用の全反射光の光量が一定しない場合がある。このため、漏液が付着していないときを基準に漏液が付着したとき

の検知用の全反射光の光量変化を正確に把握できないので、漏液の発生を正確に判断できないためとの考えに至った。

【0010】そして、本発明者は、透光板に凹凸を設け、該透光部を半透明に構成することにより、漏液が発生していないとき、漏液検知領域の光が透光板を容易に透過してセンサー内に浸入するのを防ぐことができるので、検知用の全反射光の光量を一定に保つことができる。したがって、漏液が凹凸に付着していないときの漏液検知領域の明暗、色彩等の悪影響を低減し、一方、漏液が凹凸に付着すると、探査光の一部が漏液中へ漏れる。これにより漏液が付着していないときを基準に漏液が付着したときの検知用の全反射光の光量変化を正確に把握できるので、漏液の検知が正確に行なえることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】すなわち、前記目的を達成するために本発明にかかる漏液センサーは、漏液検知領域に対向配置され、透明な材質で構成された透光部と該検知領域との境界に探査光を照射し、該境界で反射してきた反射光の光量変化に基づいて漏液の検知が行なわれる漏液センサーにおいて、該境界に前記探査光が臨界角以上の入射角で入射され、該境界に漏液が付着していないとき、該透光部と該検知領域の空気との屈折率の差により、該探査光が該境界で臨界角以上の反射角で全反射され、一方、該境界に漏液が付着すると、該境界での反射率が減少し、該境界で探査光の一部が該検知領域の漏液中へ漏れ、該境界での全反射光の光量が漏液が付着していないときよりも減少し、該全反射光が漏液の検知に用いられるように、前記透光部に凹凸が該検知領域に対向させて設けられたことを特徴とする。

【0012】なお、本発明においては、前記凹凸は、その断面形状が頂角を90度よりも大きい角度とする二等辺三角形に形成され、該二等辺三角形を構成する一方の斜面に対し前記探査光が臨界角以上の入射角で入射され、その全反射光が該二等辺三角形を構成する他方の斜面に、臨界角以上の入射角で入射され、その全反射光が該二等辺三角形を構成する他方の斜面に対し所定の角度で出射され、前記凹凸への探査光の光軸と一致するように、前記二等辺三角形を構成する一方の斜面に対し所定の角度で該探査光を出射する入射側光ファイバの照射部が配置され、また前記漏液の検知に用いられる凹凸からの全反射光の光軸と一致するように、前記二等辺三角形を構成する他方の斜面に対し所定の角度で該全反射光を集光するための出射側光ファイバの集光部が配置されていることが好適である。さらに、本発明においては、前記凹凸が、一の凹部又は凸部よりなることも好適である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の好適な実施形態について説明する。図1には本発明の一実施

形態にかかる漏液センサーの接続例を示す外観図が示されている。本実施形態にかかる漏液センサー10は、光学系12が収容されるケーシング14と、電気系16が収容されるアンプ18を含む。

【0014】ここで、前記ケーシング14は、例えばガラスや合成樹脂等の耐熱性に優れ、透明な材質で構成されており、脚部19及び取付金具20により漏液検知領域22に配置されている。このケーシング14は、その下面の略中心部に該ケーシング14と同様の材質で構成された透光板（透光部）24を備え、該透光板24が、前記脚部19及び取付金具20により漏液検知領域22に対し平行な状態で及び所定の一定の間隙を形成して配置されている。

【0015】また、前記アンプ18は、検知領域22より離れた場所に配置され、例えば発光回路、受光回路、信号処理回路等の電気回路、電気素子（図示省略）等の電気系16を収容している。そして、このケーシング14とアンプ18間は、例えば石英、合成石英等の耐熱性に優れた材質で構成された光ファイバ26により接続されている。

【0016】この光ファイバ26は、入射側光ファイバ28と、出射側光ファイバ30より構成され、これらの一端部が後述するケーシング18内の透光板24の上方に所定の角度で配置され、その他端部28a、30aが、アンプ18の入力側コネクタ32、出力用コネクタ34に、それぞれ抜き差し自在に接続されている。このように本実施形態では、漏液検知領域22に設置されるケーシング14内に電気系16は収容せず、該検知領域22より離れた場所に置かれているアンプ18に設けている。漏液領域22に置かれているケーシング14内の光学系11との間で、漏液の検知に用いられる探査光の送受信を、光ファイバ26を介して行なっている。

【0017】この結果、例えば防爆エリアにケーシング14を配置しても、電気系16の漏電事故を確実に防ぐことができる。また、漏液領域22の雰囲気中に生じた引火性のガスが何らかの原因により、電気系16等より発生した火花により災害が惹起する可能性を完全に払拭することができる。また、ケーシング14内に熱に弱い電気系16を収容しないので、電気系16が漏液の熱により損傷したり、引火等するのを確実に防ぐことができる。

【0018】また、ケーシング14に接続されている光ファイバ26の他端部28a、30aをアンプより取外し自在に構成しているので、例えばケーシング14や該ケーシング14内に収容されている光学系12に破損、故障等を生じ、交換の必要性を生じて、例えばアンプ16に異常がなければ、光ファイバ26、ケーシング14の交換だけでアンプ16はそのまま利用することが可能となる。したがって、例えばこれらの接続が固定され、アンプ等の正常な部品までも交換した場合に比較

し、コストが極めて安価になる。

【0019】しかも、ケーシング14とアンプ16間の接続に、光ファイバ26を用いることにより、ケーシング14とアンプ16間で漏液の検知に用いられる探査光の送受信がその導光中にロスすることなく、効率的に行なえる。また、光ファイバ26を用いることにより、ケーシング14とアンプ18との間の光路を自由に曲げられるので、ケーシング14、アンプ18の設置の自由度が向上される。図2には本実施形態にかかる漏液センサーの内部構造を示す一部切欠図が示されている。

【0020】本実施形態にかかる漏液センサー10は、ケーシング14が、例えば函状、或いは筒状等に形成され、本体36と、蓋体38を含む。この本体36の上方には開口40が設けられ、該開口40には蓋体38が嵌合されている。また、この本体36の内周壁には係止突部42が設けられ、また蓋体38の外周壁には係止突部44が設けられ、ケーシング本体36の係止突部42に蓋体38の係止突部44が係止される。

【0021】この蓋体38には溝46が設けられ、該溝46には弾性体よりなるリング48が設けられ、ケーシング本体36と蓋体38との間を水密に保っている。また、この蓋体38は、その基部の略中心部に接続線引出部50が突出して設けられており、該接続線引出部50には光ファイバ26を挿通するための開口52が設けられている。この接続線引出部50には、その上方よりキャップ54が螺合されている。

【0022】ここで、接続線引出部50の外周壁にはテーパ部50aが設けられ、またキャップ54には、引出部50に取付られた状態で、その引出線引出部50のテーパ部50aを中心軸方向に押圧可能な内周壁54aが設けられている。これにより蓋体38の接続線引出部50に設けられた開口52と光ファイバ26の間に生じる間隙を排除し、蓋体38とキャップ54との間を水密に保っている。

【0023】このように本実施形態にかかる漏液センサー10は、底部を透光板24に形成した密閉ケーシング14内に収容するのは、入射側光ファイバの照射部28b、出射側光ファイバの集光部30b等の光学系12のみとしているので、電気系16までを収容したものと比較し、ケーシング14を小型化、構成の簡略化が可能となるので、漏液の浸食対象となり易い部分を少なくすることができる。これにより、強度を確保するため、あるいは漏液の熱が内部に伝わるのを低減ないし遅らせるため、ケーシング14を形成する側壁に比較的厚みを与えても、透光板24の厚みを考慮しさえすれば、漏液の検知を阻害する要因とはなり難い利点がある。

【0024】したがって、本実施形態では、ケーシング14内に漏液が浸入するのを大幅に低減し、且つ漏液により正常な動作に支障を来すおそれのある電気系16を、漏液検知領域22に配置されるケーシング14内に

収容しないこととしたので、本実施形態にかかる漏液センサー10を正常に動作させることが可能となる。すなわち、発光回路56からの探査光58は、入射側光ファイバ28の他端部28aに入射され、入射側光ファイバ28により導光され、その照射部28bから透光板24と漏液検知領域22との境界に照射される。その全反射光60は、出射側光ファイバ30aの集光部30bにより集光され、出射側光ファイバ30bで導光され、その他端部30aより受光回路62に入射される。

【0025】ここで、透光板24と漏液との屈折率の差は小さいので、漏液が透光板24に付着すると、その境界での反射率が減少し、探査光58の一部が漏液検知領域22の漏液中へ漏れるので、その分、該境界での全反射光60の光量が減少する。前記受光回路62は、出射側光ファイバ30により導光されてきた透光板24と漏液検知領域22との境界からの全反射光60を光電変換する。

【0026】前記信号処理回路64は、受光回路62に到達する全反射光60の光量変化を検知しており、例えば漏液が発生していないときを基準に、所定の許容範囲を超える光量減少が確認された場合、漏液が発生していると判断する。一方、その光量変化が所定の許容範囲内の場合には、漏液が発生していないと判断する。ところで、透光板24に対する入射側光ファイバ28の照射部28bの角度設定、その反射光60を集光する出射側光ファイバ30の集光部30bの角度設定は非常に重要であるが、光ファイバ26を交換するごとに、これらの角度設定をしていたのでは非常に面倒である。

【0027】そこで、本実施形態では、ケーシング本体36内部の底部に、透光板24と対向させて凹部66を設けている。そして、凹部66に設置した状態で、透光板24に対する入射側ファイバ28の照射部28bの角度及び出射側ファイバ30の集光部30bの角度がそれぞれ所定の角度となるように、該照射部28b及び集光部30bを保持手段68により保持している。このように本実施形態では、入射側光ファイバ28の照射部28bおよび出射側光ファイバ30の集光部30bを保持している保持部材68を凹部66に設置するのみで、照射部28b及び集光部30bが、それぞれ透光板24に対し所定の角度を為すように工夫されている。

【0028】したがって、透光板24に対する入射側光ファイバ28の照射部28bおよび出射側光ファイバ30の集光部30bの角度設定が、所定の角度で自動的に行なえるので、交換作業が容易となる。また、この保持部材68を耐熱性に優れた材質で構成することにより、ケーシング内に漏液が進入した場合であっても、漏液検知の際に重要な光ファイバを漏液より十分に保護し、漏液検知が正常に行えるようにしている。

【0029】ところで、透光板24を透明な平板状に設けると、漏液が発生していないとき、漏液検知領域の明

暗、色彩等の影響を受け易くなる。これにより漏液が発生していないときに検知用の反射光の光量が一定せず、漏液が発生したときの光量変化を正確に知ることができないので、漏液の検知が正確に行なえない場合がある。このため、本実施形態では、図3、図4(A)に示すような透光板を用い、該透光板に対し入射側光ファイバの照射部および出射側光ファイバの集光部を所定の角度で配置している。

【0030】なお、図3は透光板、該透光板に対し水平面内で所定の角度で配置された入射側光ファイバの照射部および出射側光ファイバの集光部を上方より見た図、図4(A)は透光部、該透光板に対し垂直面内で所定の角度で配置された照射部および出射側光ファイバの集光部を側方より見た拡大図である。すなわち、本実施形態では、透光板24の外面に、断面形状が頂角 θ_6 を 120° とする二等辺三角形よりなる、のこ歯状の凹凸70を、例えば横長かつ平行に複数刻設している。

【0031】また、本実施形態では、凹凸70に探査光を臨界角以上の入射角で入射させ、且つ臨界角以上の反射角で全反射光が得られるように、凹凸70に対し入射側光ファイバの照射部28b、出射側光ファイバの集光部30bを水平面内での角度 θ_1 、 θ_3 が 30° となるように、垂直面内での角度 θ_4 、 θ_5 が 60° となるように配置している。そして、照射部28bからの光58は、凹凸70を構成する一方の左斜面72に臨界角以上の入射角 θ_4 、例えば 60° で入射され、該左斜面72を臨界角以上の反射角、例えば 60° で全反射される。この光59は、隣の右斜面74に臨界角以上の入射角 θ_5 、例えば 60° で入射され、該右斜面74で臨界角以上の反射角、例えば 60° で反射され、この光60は、集光部30bに入射される。

【0032】この結果、図4(A)に示すように凹凸70に漏液が付着していないとき、透光板24と空気との屈折率の差が大きいため、該凹凸70の左斜面72に臨界角以上の入射角 θ_4 で入射された光58は、該左斜面72と空気との境界で空気中へほとんど漏れることなく、臨界角以上の反射角で全反射される。この光59は、隣の右斜面74に臨界角以上の入射角 θ_5 で入射され、右斜面74と空気との境界で空気中へほとんど漏れることなく、臨界角以上の反射角で全反射され、この光60は集光部30bに入射される。

【0033】したがって、透光板24への入出射により探査光58の伝播光量は実質的に変化しないので、これを漏液が発生していないとして判断する。このとき、透光板24の外面に設けられた凹凸70により、漏液が発生していないときの透光板24を半透明にし、漏液検知領域22からの明暗、色彩等の影響を大幅に低減するので、漏液が発生していないときの全反射光60の光量がより一定となる。

【0034】一方、透光板24と漏液の屈折率の差は、

前記透光板24と空気との屈折率の差よりも小さいため、図4(B)に示すように凹凸70に漏液76が付着すると、これらの境界での反射率が減少する。したがって、凹凸70の左斜面72に光58を臨界角以上の入射角 θ_4 で入射させると、その一部が該左斜面72と漏液76との境界で漏液76中へ漏れ、この漏れ光78の光量が増える。残りの光59は、該境界で臨界角以上の反射角で全反射され、隣の右斜面74に臨界角以上の入射角 θ_5 で入射されると、その一部が右斜面74と漏液76との境界で漏液76中へ漏れ、この漏れ光79の光量が増える。したがって、該境界で臨界角以上の反射角で全反射される光60の光量が減少され、集光部30bに入射される。

【0035】したがって、透光板24への入出射により探査光の伝播光量は、漏液が発生していないときに比べて、減少するので、その減少量が許容範囲を越えた場合を、漏液が発生していると判断する。このように本実施形態では、透光板24に凹凸70を設け、該透光板24を半透明にすることとしたので、平板状のものをを用いた場合に比較し、漏液が発生していないときの漏液検知領域の明暗、色彩等の影響を大幅に低減し、漏液が発生していないときの漏液の検知に用いられる全反射光の光量をより一定にしている。

【0036】以上のように本実施形態にかかる漏液センサー10によれば、透光板24と検知領域22との境界に光が臨界角以上の入射角で入射され、該境界に漏液が付着していないとき、該境界で入射光が空気中へ実質的に漏れることなく、臨界角以上の反射角で全反射されるが、境界に漏液が付着すると、該境界で入射光の一部が検知領域の漏液76中へ漏れ、臨界角以上の反射角で全反射される全反射光の光量が変化するように、透光板24に断面形状が頂角 θ_6 、例えば 120° の二等辺三角形よりなる、のこ歯状の凹凸70が該検知領域に対向させて設けられ、該凹凸70に対し入射側光ファイバ28の照射部28b、出射側光ファイバ30の集光部30bが所定の角度で配置されている。

【0037】この結果、本実施形態では、透光板24に形成された凹凸70により、平板状のものをを用いた場合に比較し、漏液が発生していないときの漏液検知領域の明暗、色彩等の影響を大幅に低減し、漏液が発生していないときの検知用の全反射光の光量をより一定にしているので、漏液の検知がより正確に行なえる。本発明の漏液センサーは、前記構成に限られるものではなく、発明の要旨の範囲で種々の変形が可能である。

【0038】第二実施形態

また、前記構成では、透光板に凹凸を複数設けた例について説明したが、更なる検知スピードを得るためには、以下に示すものを用いることが、より好ましい。なお、前記第一実施形態と対応する部分には符号100を加えて示し、説明を省略する。本実施形態にかかる漏液セン

サー110は、図5に示すように透光板124の外面に、断面形状が二等辺三角形よりなる、この歯状の凹凸を1本、例えば頂角 θ_6 が 120° の凹凸170を1本刻設している。

【0039】この凹凸170は、脚部119により漏液検知領域122に対し平行な状態で及び所定の一定の間隙を形成して配置されている。また、本実施形態では、図6、図7(A)に示すような透光板を用い、該透光板に対し入射側光ファイバの照射部および出射側光ファイバの集光部を所定の角度で配置している。

【0040】なお、図6は透光板、該透光板に対し水平面内で所定の角度で配置された入射側光ファイバの照射部および出射側光ファイバの集光部を上方より見た図、図7(A)は透光部、該透光板に対し垂直面内で所定の角度で配置された照射部および出射側光ファイバの集光部を側方より見た拡大図である。本実施形態では、図6、図7(A)に示すように、凹凸170と漏液検知領域との境界に探査光158を臨界角以上の入射角で入射させ、且つ臨界角以上の反射角で全反射光160が得られるように、凹凸170に対し入射側光ファイバ128の照射部128b、出射側光ファイバ130の集光部130bを水平面内での角度 θ_1 、 θ_3 が、例えば 30° となるように、垂直面内での角度 θ_4 、 θ_5 が、例えば 60° となるように配置している。

【0041】この結果、図7(A)に示すように凹凸170に漏液が付着していないとき、透光板124と空気との屈折率の差が大きいため、該凹凸170の左斜面172に臨界角以上の入射角 θ_4 で入射された光158は、該左斜面172と空気との境界で空気中へほとんど漏れることなく、臨界角以上の反射角で全反射される。この光159は、隣の右斜面174に臨界角以上の入射角 θ_5 で入射され、右斜面174と空気との境界で空気中へほとんど漏れることなく、臨界角以上の反射角で全反射され、この光160は集光部130bに入射される。

【0042】したがって、透光板124への入出射により探査光158の伝播光量は実質的に変化しないので、これを漏液が発生していないとして判断する。このとき、前記第一実施形態と同様、透光板124の外面に設けられた凹凸170により、漏液が発生していないときの透光板124を半透明にし、漏液検知領域122からの明暗、色彩等の影響を大幅に低減するので、漏液が発生していないときの全反射光160の光量がより一定となる。

【0043】一方、透光板124と漏液の屈折率の差は、前記透光板124と空気との屈折率の差よりも小さいため、図7(B)に示すように凹凸170に漏液176が付着すると、これらの境界での反射率が減少する。したがって、凹凸170の左斜面172に光158を臨界角以上の入射角 θ_4 で入射させると、その一部が該左

斜面172と漏液176との境界で漏液176中へ漏れ、この漏れ光178の光量が増える。残りの光159は、該境界で臨界角以上の反射角で全反射され、隣の右斜面174に臨界角以上の入射角 θ_5 で入射されると、その一部が右斜面174と漏液176との境界で漏液176中へ漏れ、この漏れ光179の光量が増える。したがって、該境界で臨界角以上の反射角で全反射される光160の光量が減少され、集光部130bに入射される。

【0044】したがって、透光板124への入出射により探査光の伝播光量は、漏液が発生していないときに比べて、減少するので、その減少量が許容範囲を越えた場合を、漏液が発生していると判断する。このように本実施形態では、前記第一実施形態と同様、凹凸170により、漏液が発生していないときの漏液検知領域の明暗、色彩等の影響を大幅に低減し、漏液検知が正確に行なえることに加えて、さらに漏液が発生してからその検知に至るまでの時間を大幅に短縮することができる。

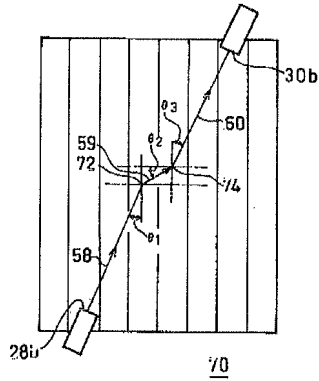
【0045】すなわち、透光板に複数の凹凸を形成した場合は、図7(A)に示すようにケーシング14の下端周縁部14aを凹凸170の形成に合わせて高さh1で形成する必要がある。しかしながら、この場合、漏液176がケーシング14の下端周縁部14aで滞り、凹凸170の略中心部分まで入り難いにくい場合がある。特に漏液176の粘度が高いと、この問題はより深刻であり、検知スピードの低下を招く場合がある。

【0046】そこで、本実施形態では、一の凹凸170を設けることにより、同図(B)に示すようにケーシング114の下端周縁部114aを、同図(A)のh1よりも高い高さh2で形成することができるので、ケーシング下端周縁部14aの漏液検知領域からの高さを大きく確保できる。これにより、前述のような漏液のケーシング下端周縁部での滞りを低減し、漏液176は凹凸170の略中心部分へスムーズに入り込むことができるので、検知スピードの向上を図ることが可能となる。

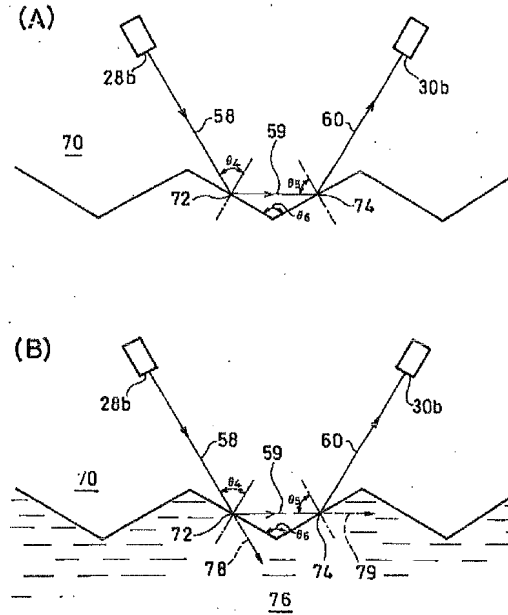
【0047】なお、前記構成では、凹凸の頂角 θ_6 が 120° に形成されたものについて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内であれば、頂角 θ_6 の変更が可能である。つまり、凹凸と漏液検知領域との境界に探査光が臨界角以上の入射角で入射され、該境界に漏液が付着していないとき、該透光部と該検知領域の空気との屈折率の差により、該探査光が該境界で臨界角以上の反射角で全反射されるが、該境界に漏液が付着すると、該境界での反射率が減少し、該境界で探査光の一部が該検知領域の漏液中へ漏れ、該境界での全反射光の光量が減少し、該全反射光が漏液の検知に用いられるのであれば、凹凸170、170の頂角 θ_6 はそれ以外の任意の角度に設定可能である。

【0048】また、前記構成では、透光板24、124に対する照射部及び集光部が水平面内での角度 θ_1 、 θ_3 が、例えば 30° をなすように、入射側光ファイバの

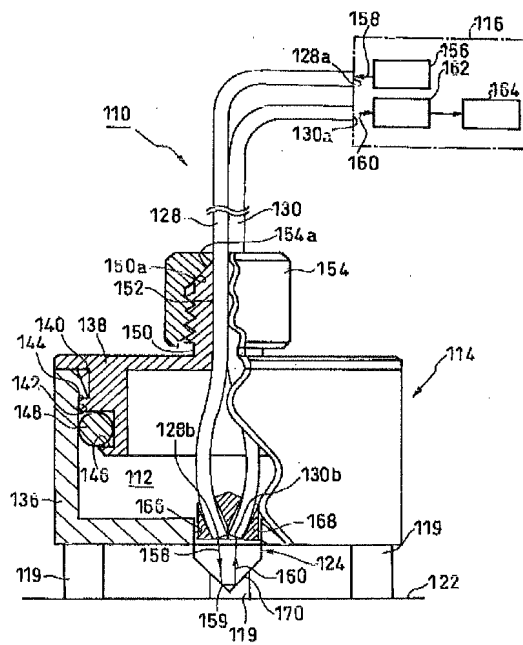
【図3】



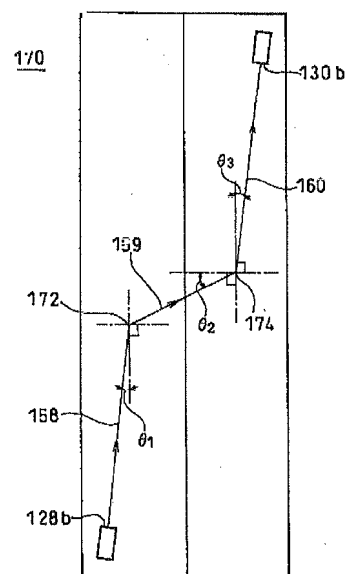
【図4】



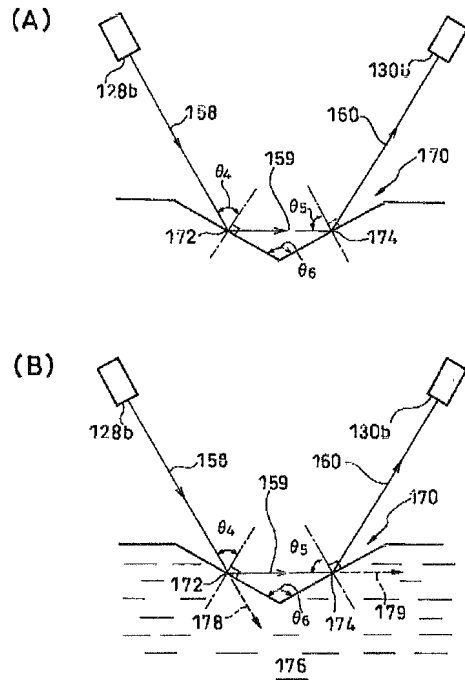
【図5】



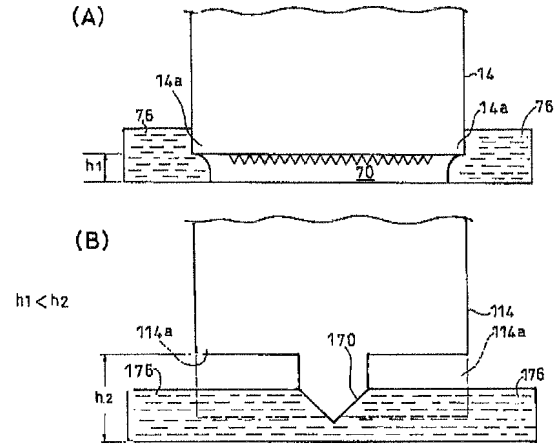
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F014 AB02 FA02
 2G059 AA05 BB04 EE02 EE04 GG00
 JJ12 JJ17 KK01 MM05 NN09
 2G067 AA01 BB16 CC01 DD11